M. Dangeard fait la communication suivante :

Recherches sur la pénétration des rayons violets et ultra-violets au travers des divers organes de la plante;

PAR M. P.-A. DANGEARD.

Parmi les physiologistes, Sachs est le premier qui ait bien mis en évidence l'intérêt qui s'attache à l'étude de la pénétration de la lumière à l'intérieur des plantes : il s'applique d'abord à établir les conditions de cette pénétration [1].

« La profondeur à laquelle les rayons lumineux pénètrent « dans l'intérieur des tissus dépend, dit-il, d'un côté de leur « réfrangibilité et de leur intensité, de l'autre de la structure « anatomique des cellules et de la constitution chimique de leur « contenu. » En ce qui concerne la structure des tissus, le rayon sera surtout modifié par la fréquence de ses passages du liquide cellulaire et des parois saturées d'eau dans l'air; la forme et la grandeur des espaces intercellulaires joueront donc un grand rôle; selon Sachs, l'opacité atteindra son maximum quand l'intérieur des cellules même est plein d'air et que les parois sont pénétrées de matière colorante, comme dans les formations subéreuses si souvent utilisées dans le règne végétal comme enveloppes protectrices.

« Mes recherches, dit-il, les seules qui, jusqu'à présent aient « été faites dans cette direction, semblent prouver que plus les « rayons sont réfrangibles, plus ils sont absorbés par les couches « superficielles. Ainsi, en général, les rayons bleus, violets et « ultra-violets pénètreront moins profondément que les verts, « les rouges et les jaunes. Une plante bien éclairée ne recevra « donc pas seulement à des profondeurs inégales une lumière « d'intensité diverse, mais chaque classe de rayons atteindra « suivant sa couleur une région plus ou moins profonde et s'y « manifestera comme agent de forces différentes. »

Sachs emploie dans ses observations un instrument qu'il désigne sous le nom de diaphanoscope : cet appareil est constitué

1. SACHS, *Physiologie végétale*, 1868, traduction Marc Micheli, p. 4.

par un cylindre en carton fermé par un bout; un second carton cylindrique plus court s'emboîte dans le premier : le fond des deux cartons est percé d'un trou d'un centimètre carré environ. L'objet à examiner est placé entre les deux trous; on apprécie alors à l'œil en dirigeant l'instrument contre le soleil la nature des rayons qui ont traversé.

Voici quelques exemples : avec 3 jeunes feuilles de cerisier, la lumière qui a traversé est claire, vert foncé; avec 4, elle devient brun rouge faible; avec 5 feuilles, il ne passe aucune lumière appréciable.

La lumière qui a traversé 5 feuilles de *Polygonum fagopyrum* est vert clair : avec 8 feuilles, elle est devenue rouge sang foncé.

L'apparence est vert clair pour une épaisseur de 3 centimètres d'un Choux-rave avec la peau.

Cette apparence est rouge pour une épaisseur de 3,7 centimètres de pomme de terre avec double peau.

Ces premiers résultats manquent naturellement de précision et Sachs a cherché à déterminer la nature des rayons qui traversaient les tissus au moyen d'un appareil qu'il désigne sous le nom de diaphanoscope analyseur; les rayons qui ont traversé les tissus à examiner, sont analysés à leur sortie au moyen d'un prisme de flint-glass, convenablement disposé; c'est à l'aide de cet appareil que Sachs a montré que les tissus riches ou pauvres en chlorophylle absorbent d'abord les rayons ultra-violets, puis les violets, les bleus, enfin les verts et les rouges; en utilisant la fluorescence du sulfate de quinine, ce même savant a constaté que les rayons fluorescents qui agissent sur la quinine, sont très fortement absorbés par les feuilles vertes.

« Ce sujet, écrit Sachs, demande à être repris et traité de nou-
« veau à fond; nous ne possédons que des données très insuffi-
« santes; si j'ai néanmoins placé en tête de ce volume des
« matériaux aussi incomplets, c'est que je crois que de pareilles
« recherches sont à la base de l'explication physiologique de la
« lumière sur les plantes[1] ».

Les faits n'ont pas répondu jusqu'ici aux prévisions du grand savant. Si nous consultons, en effet, la dernière édition (1909) du traité de physiologie de Detmer, nous constatons que la question

1. SACHS, *loc. cit.*, p. 8.

n'a pas avancé d'un pas et l'auteur se borne à cette conclusion qu'en général les rayons pénètrent d'autant plus profondément à l'intérieur des tissus de la plante qu'ils sont moins réfrangibles.

Le moment semble favorable pour reprendre ces recherches, particulièrement en ce qui concerne la radiation ultra-violette; tandis que le soleil, d'après les mesures de Cornu, n'envoie à la surface du sol que des radiations de longueur d'onde supérieures à λ 300, nous pouvons, avec les lampes en quartz, à spectre du mercure, obtenir des radiations à partir de la longueur d'onde λ 222; nous disposons, d'autre part, d'excellents spectroscopes et spectrographes, permettant d'analyser facilement les diverses radiations par la photographie.

Il nous a paru intéressant, dans ces conditions, de rechercher tout d'abord comment se comportaient dans des feuilles d'épaisseur variable les rayons violets et ultra-violets.

Les feuilles des plantes, dont la structure comprend un nombre variable d'assises de cellules, constituent un milieu très hétérogène; en effet, les membranes des cellules sont formées de cellulose; les vaisseaux des nervures sont lignifiés, s'il s'agit du bois; les vaisseaux du liber, contiennent de la sève élaborée c'est-à-dire un liquide de composition variable et complexe; l'intérieur des cellules renferme du protoplasma, des leucites, des chloroleucites, de l'amidon, etc.

Le mode opératoire est simple; il suffit de placer la feuille qu'on veut étudier devant la fente d'un spectrographe à prisme de quartz, en évitant toute radiation parasite.

La radiation était fournie par une lampe en quartz à vapeur de mercure, système Silica Westinghouse, type Y2 : cette lampe fonctionne avec un courant de 220 volts et 3 ampères.

Cette radiation de l'arc au mercure fournit un spectre de bandes bien connu[1]; une photographie de ces bandes est prise sans interposition d'aucun écran; il suffira de comparer cette photographie avec celles qu'on obtient en se servant comme écran de feuilles ou d'autres tissus pour connaître le pouvoir de pénétration des diverses radiations violettes et ultra-violettes et savoir quelles sont, parmi ces radiations, celles qui ont été absorbées.

1. Voir : BUISSON (H.) et FABRY (CH.), *La Lumière ultra-violette* (Revue générale des sciences pures et appliquées, 1911, p. 309).

La durée de pose était, en général, dans nos observations, de deux ou trois minutes.

Nous avons d'abord constaté, non sans une certaine surprise que les feuilles appartenant aux espèces suivantes, laissent passer le violet et l'ultra-violet jusqu'à λ 253; ce sont *Tradescantia aurea*, *Pteris serrulata*, *Selaginella Kraussiana*, *Panicum variegatum*, etc.

Nous nous trouvons donc tout de suite, en face d'un résultat inattendu et intéressant; les feuilles des plantes que nous venons de citer sont plus transparentes que le verre aux rayons ultra-violets; en effet, une lame de verre mise à la place de la feuille, devant la fente du spectrographe arrête tous les rayons de longueur d'onde inférieure à λ 300, alors que celle-ci, dans les espèces considérées, laisse passer les rayons jusqu'à λ 250.

Cette constatation a d'autre part une grande importance : on sait d'après les nombreux travaux qui ont été publiés récemment, que les rayons de longueur d'onde compris entre λ 280 et λ 250 sont particulièrement nocifs pour les cellules vivantes; le fait qu'ils ne sont pas arrêtés par la surface des feuilles et qu'ils pénètrent dans les cellules, fait prévoir que ces cellules sont tuées, si l'intensité de ces rayons est suffisante; c'est là un fait que nous avons déjà mis en évidence et qui fera l'objet de communications ultérieures.

L'*Adianthum cuneatum* établit le passage à des feuilles qui ont sensiblement la même limite de transparence que le verre ordinaire pour les rayons ultra-violets, c'est-à-dire une limite qui varie entre λ 296 et λ 313; ce sont *Phalangium elatum* var. *variegatum*, *Primula chinensis*, *Begonia Rex*, *Begonia crassicaulis*, *Tradescantia zebrina*, etc.

Nous arrivons maintenant à des espèces dont les feuilles ne laissent passer, dans la radiation, que les bandes de longueur d'onde λ 435, λ 404 avec, comme limite λ 366 : ce sont *Echeveria eminens*, *Vriesea carinata*, etc.

Enfin, certaines espèces, comme *Streptocarpus kewensis*, ne laissent traverser que les bandes λ 435 et λ 404 et même très faiblement; comme les feuilles, dans cette espèce, sont recouvertes de nombreux poils, il y aura lieu de dégager ultérieurement l'action de ces poils sur la pénétration des rayons; une étude comparative avec des feuilles tomenteuses appartenant à

diverses espèces s'imposera et permettra sans doute de saisir le rôle de ces poils vis-à-vis de la radiation.

Notons que les deux bandes orangée et verte de la radiation fournie par la lampe à mercure traversent toutes ces feuilles; l'œil les perçoit encore, alors que les plaques photographiques les plus sensibles n'en indiquent plus l'existence; nous remarquerons en même temps que les radiations du spectre visible traversent en général facilement les fines nervures, alors que les radiations ultra-violettes sont arrêtées par ces mêmes nervures.

Cette étude est un point de départ pour des observations plus complètes; nous avons déjà étudié la pénétration des rayons violets et ultra-violets à travers une épaisseur donnée prise dans des tubercules de Pomme de terre et dans divers fruits : c'est ainsi qu'une section de tubercule de Pomme de terre d'une épaisseur de 0 mm. 5 ne laisse passer qu'avec difficulté les radiations λ 253; après lavage à l'eau la plupart des bandes sont visibles jusqu'à cette limite λ 253; avec une épaisseur de 2 mm. 1/2, les deux bandes 435 et 404 passent nettement, mais la bande λ 366 est très atténuée: la peau du tubercule, constitue d'autre part un écran qui laisse passer, en les atténuant beaucoup, les bandes du violet 435 et 404.

En ce qui concerne les feuilles, il sera facile d'établir les différences qui existent vis-à-vis de la radiation entre les feuilles prises les unes avant les phénomènes de synthèse chlorophyllienne et les autres immédiatement après, entre des feuilles jeunes et des feuilles âgées, entre des feuilles vertes et des feuilles possédant de l'anthocyane.

On pourra étendre ces observations au thalle des Algues, aux pièces colorées de la fleur, aux différents tissus de la plante, etc.

Des problèmes d'ordre physiologique se poseront alors tout naturellement étant données d'une part les actions nocives bien connues des rayons ultra-violets et d'autre part les propriétés si remarquables d'analyse et de synthèse de ces mêmes rayons (Daniel Berthelot, H. Bierry et Victor Henri, Raybaud, etc., etc.).

Ainsi se trouveront réalisées, après une longue période d'attente, les prévisions de Sachs, sur l'importance que présente l'étude de la pénétration de la radiation au travers des différents organes de la plante.